



**ВТОРОЙ ГЛОБАЛЬНЫЙ ФОРУМ ФАО/ВОЗ СОТРУДНИКОВ ОРГАНОВ ПО
ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**
Бангкок, Таиланд, 12-14 октября 2004 года

**ВОЗНИКНОВЕНИЕ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ И
НОВЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ**

(Доклад, подготовленный секретариатом ФАО/ВОЗ)

1. Экологические риски, связанные с традиционными методами ведения сельского хозяйства

Земледелие и природа оказывают мощное воздействие друг на друга. В течение многих веков земледелие способствует созданию и поддержанию большого числа ценных полудиких мест обитания. Они составили важную часть ландшафтов на Земле с богатейшими в мире ресурсами живой природы. Земледелие поддерживает также различные сельские общины, являющиеся не только фундаментальным ресурсом международной культуры, но и играющие крайне важную роль в охране здоровья окружающей среды.

Значимость земледелия выходит далеко за рамки простого производства пищевых продуктов. Во всей цепи производства продовольствия происходят процессы, которые могут оказывать воздействие на природную среду и, следовательно, прямо или косвенно на здоровье и развитие человека. Например, широкое использование пестицидов и удобрений, применение неправильных методов дренажа и ирригации, высокий уровень механизации или использование непригодных земель могут приводить к экологической деградации. Но отказ от земледельческой деятельности также поставит под угрозу экологическое наследие, приводя к утрате полудиких мест обитания, биоразнообразия и связанных с ними ландшафтов. Таким же образом воздействие систем сельскохозяйственного производства на здоровье человека непосредственно (гигиена труда фермеров) или косвенно (здоровье потребителей через продукты питания) все шире признается в качестве интегрированного элемента более широкой оценки экологических рисков, связанных с сельским хозяйством.

Взаимосвязи между богатством природной среды и методами ведения сельского хозяйства носят сложный характер. Хотя экстенсивное земледелие содействует сохранению большого числа ценных мест обитания, от которых зависит выживание диких видов, применение неправильных методов ведения сельского хозяйства и землепользования может приводить к утрате дикой природы в районах сельскохозяйственных угодий.

В сложившейся ситуации воздействия сельского хозяйства на окружающую среду, включая вторичное воздействие на здоровье человека, следует непременно начать обсуждение вопроса о потенциально возможном экологическом воздействии новых технологий производства продуктов питания, признавая при этом, что нынешние тенденции в традиционном сельском хозяйстве, скорее всего, найдут отражение в целях современного производства пищевых продуктов.

1.1 Ключевые аспекты загрязнения окружающей среды и истощения ресурсов¹

Сельское хозяйство усугубляет проблемы парниковых газов (ПГ). В сельском хозяйстве существует три основных источника выбросов ПГ: эмиссия N₂O (закись азота) из почвы, вызываемая главным образом внесением азотных удобрений; выбросы CH₄ (метан), образующиеся в процессе кишечной ферментации, и выбросы CH₄ и N₂O в результате уборки, хранения и использования навоза. В число рассматриваемых мер входит: стимулирование более эффективного внесения удобрений для сокращения общих объемов их использования, компостирование и усовершенствование систем анаэробного сбраживания (например, для производства биогаза), решение вопросов о биоразлагаемых отходах сельского хозяйства и мусоре; возобновление внимания к производству биомассы, почвозащитной обработке почвы и органическому земледелию. Дальнейшая разработка методов рационального использования возобновляемой биомассы сельскохозяйственного происхождения может содействовать сокращению выбросов энергетики и транспорта, принося одновременно выгоды сельскохозяйственному сектору.

Загрязнение водной среды нитратами из сельскохозяйственных источников, тогда как применение усовершенствованных методов ведения сельского хозяйства, должно, как предполагается, содействовать сокращению загрязнения окружающей среды.

Доказано, что **пестициды** воздействуют на окружающую среду и экосистемы, приводя к сокращению биоразнообразия, особенно вследствие уничтожения сорных трав и насекомых, которые зачастую являются важным элементом пищевой цепи, например, для птиц. Кроме того, пестициды могут отрицательно влиять на здоровье людей, как в результате прямого, так и косвенного воздействия, например, через посредство их остатков в сельскохозяйственных продуктах и питьевой воде. На национальном и международном уровнях все шире изучаются системы, позволяющие сокращать потребность в пестицидах, особенно комплексная борьба с сельскохозяйственными вредителями, органическое земледелие или в некоторых случаях генетически модифицированные культуры².

Процессы **деградации почв**, такие как опустынивание, эрозия, сокращение органического вещества в почве, загрязнение почвы (например, тяжелыми металлами), коркообразование на поверхности почв, уплотнение почвы, сокращение биоразнообразия и засоление почв, могут привести к утрате способности почв выполнять свои основные функции. Причиной таких процессов деградации могут быть неправильные методы ведения сельского хозяйства, как, например, несбалансированное внесение удобрений, чрезмерный забор грунтовых вод для ирригации, неправильное использование пестицидов, применение тяжелой техники или чрезмерное стравливание пастбищ. В число мер по предотвращению деградации почв входит оказание поддержки органическому земледелию, почвозащитная обработка почвы, защита и сохранение террас, более безопасное использование пестицидов, комплексное управление урожаями, управление системами пастбищ с низкой интенсивностью выпаса, снижение плотности скота и использование сертифицированного компоста.

Ирригация также может вызывать экологическую озабоченность по поводу чрезмерного забора воды из подземных водоносных слоев, эрозии почв, вызываемой ирригацией, засоления почвы, изменения существующих полудиких мест обитания и вторичных воздействий, являющихся результатом интенсификации сельскохозяйственного производства, осуществляемой благодаря ирригации.

Сохранение биоразнообразия. В последние десятилетия повсюду в мире возрастают темпы утраты и даже исчезновения видов и соответствующих мест обитания, экосистем и генов

¹ Совет Европы по вопросам окружающей среды и сельского хозяйства, 2003 г.

² Совет Европы по вопросам окружающей среды и сельского хозяйства, 2003 г.

(т.е. биоразнообразия). Истощение биоразнообразия непосредственным образом сказывается на безопасности пищевых продуктов, когда задетыми оказываются организмы, связанные с пищевыми продуктами, и родственники животных, имеющие значение для размножения. Более того, интенсификация сельского хозяйства, включая современные системы разведения, привела к значительному сокращению местных видов, приспособленных к локальным условиям, а также и традиционных знаний.

Для проведение оценки воздействия сельского хозяйства на окружающую среду требуются комплексные модели, способные включать различные источники информации³. В ходе состоявшихся ранее научных обсуждений был сделан вывод о том, что решения, применяемые на уровне фермерских хозяйств, содействуют устранению экологических проблем, но не достаточны для выполнения задачи по достижению долгосрочных экологических целей. Для этого требуется обновление системы на более высоких уровнях агрегирования, включая, например, поиски возможностей создания путем переговоров систем рециркуляции с участием секторов сельского хозяйства и других областей, воздействующих на окружающую среду, например, транспортных систем⁴.

В результате общественных дебатов во многих странах были выработаны новые концепции политики в области взаимодействия сельского хозяйства и окружающей среды, в том числе был усовершенствован общественный мониторинг и повышена ответственность за поддержание устойчивости^{5, 6}.

Оценка экосистем на пороге тысячелетия (ОЭПТ), о начале которой объявил в июне 2001 года Генеральный секретарь Организации Объединенных Наций Кофи Анаан, представляет собой международную программу работы, предназначенную для удовлетворения потребностей специалистов, принимающих решения, и общественности в научной информации о воздействии изменения экосистем на благосостояние людей и о вариантах реагирования на такие изменения. Основное внимание в ОЭПТ обращено на услуги, обеспечиваемые экосистемами (выгоды, получаемые людьми благодаря экосистемам), на воздействие изменений, происходящих в экосистемах, на благосостояние людей, на возможное воздействие экосистемных изменений на людей в будущие десятилетия и на варианты мер реагирования, которые можно было бы принять на местном, национальном или глобальном уровнях в целях усовершенствования управления экосистемами и внесения таким образом вклада в благосостояние людей и в борьбу с нищетой⁷.

Работа над агроэкологическими индикаторами обеспечила информацию о текущем состоянии и изменении условий окружающей среды в сельскохозяйственном секторе. Данная работа привела также к более глубокому пониманию взаимосвязи между причинами и последствиями воздействия сельского хозяйства на окружающую среду, рассмотрению вопросов реформы сельскохозяйственной политики, либерализации торговли и природоохранных мероприятий. Все это содействует проведению мониторинга и оценки эффективности политики по урегулированию агроэкологической озабоченности⁸. ОЭСР приводит обзор эмпирической работы по вопросам воздействия сельскохозяйственной политики и практики на окружающую

³ Levitan, L., Merwin, I. and Kovach, J., 1995. Assessing the relative environmental impacts of agricultural pesticides: the quest for a holistic method (Проведение оценки относительного экологического воздействия сельскохозяйственных пестицидов: поиски комплексного метода). Издание *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 55 (1995 г.). стр. 153-158.

⁴ Национальный совет по исследованиям в области сельского хозяйства Нидерландов, <http://www.agro.nl/nrlo/english/pdf/9804e.pdf>

⁵ Ervin et al., Environment 1998. http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m1076/is_n6_v40/ai_20979662

⁶ Baldock et al., environmental integration and the CAP, a report of the E.C (экологическая интеграция и общая сельскохозяйственная политика, доклад ЕС): <http://www.millenniumassessment.org/en/about/overview.aspx>

⁸ OECD Agro- Environmental indicators (экологические индикаторы), http://www.oecd.org/document/6/0,2340,en_2649_33791_1842886_1_1_1_1,00.html

среду, проведенной в странах-членах ОЭСР⁹. В ходе работы над индикаторами санитарного состояния окружающей среды было выявлено, что различные методы ведения сельского хозяйства оказывают через экологические последствия прямое или косвенное воздействие на здоровье людей. Угрозы могут принимать самые разные формы и возникать совершенно естественно или быть результатом деятельности человека или антропогенного воздействия¹⁰.

1.2 Подходы к охране окружающей среды и ценности, подлежащие охране

В 1992 году Конвенция о биологическом разнообразии (КБР, ратифицированная 188 странами) определила документ юридически обязательного характера для охраны и устойчивого развития биологических ресурсов¹¹. Согласно КБР биоразнообразие означает «вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются» (КБР, 1992 г.¹²). Целью Конвенции о биологическом разнообразии является «сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и совместное получение на справедливой и равной основе выгод, связанных с использованием генетических ресурсов». В этом соглашении признается большая ценность генетического и биологического разнообразия.

Вопросы о биологическом разнообразии тесно переплетаются с общественными интересами. Оно имеет чрезвычайно важное значение по ряду самых разных причин: ценности видов, обитающих в естественных условиях, большого разнообразия растений, животных и микроорганизмов, используемых для нужд сельского хозяйства и другой деятельности человека повсюду в мире, использования биоразнообразия в качестве генетических ресурсов в здравоохранении, сельском хозяйстве и производстве пищевых продуктов. Биоразнообразие является источником значительных экономических, эстетических и культурных выгод. Благополучное состояние и успешное поддержание экологического баланса Земли и человеческого общества напрямую зависят от масштабов и состояния биологического разнообразия¹³.

Натурализм и охрана природы. Некоторые трудности в сфере охраны окружающей среды возникают в связи с различным толкованием и пониманием идеи природы. Даже в ходе дискуссий потребителей относительно создания генетически модифицированных организмов идея о необходимости охраны природы зачастую не была четко оформлена, главным образом из-за различий в понимании концепции природы, которая варьировалась между концепциями девственной природы, окружающей человека среды, гибкости естественных систем¹⁴ и идей натурализма¹⁵. Специалисты по этике пытаются исправить данное положение, используя четкие определения, независимо от того, в какой школе они были разработаны (доклад Нанфилдского совета)¹⁶.

Уровни защиты могут варьироваться в соответствии с целями, диапазон которых простирается от поддержания устойчивости услуг, обеспечиваемых экосистемами, до полномасштабной защиты угрожаемых видов или хрупких охраняемых территорий. В результате гомогенизации биот, которая приводит к сокращению региональных биот и функционального разнообразия, понижается восстановительная способность из-за уменьшения диапазона

⁹ OECD 2002, COM/AGR/CA/ENV/EPOC(2001)60/FINAL

¹⁰ von Schirnding YE. Health-and-environment indicators in the context of sustainable development (Индикаторы здоровья и окружающей среды в контексте устойчивого развития). Всемирная организация здравоохранения. Can J Public Health. 2002 Sep-Oct; 93 Suppl 1: S9-15

¹¹ <http://www.biodiv.org/world/parties.asp>

¹² www.biodiv.org/convention/articles.asp

¹³ Европейская федерация биотехнологии. Биоразнообразие: последствия применения биотехнологии, справочный документ, 2001 г.

¹⁴ <http://www.nature.com/nature/journal/v405/n6783/pdf/405228.pdf>

¹⁵ <http://debate.uvm.edu/NFL/rostrumlib/policy200305bauschard.pdf>

¹⁶ http://www.nuffieldbioethics.org/go/browseablepublications/gmcrops/report_238.htm

доступных видоспецифических мер реагирования на экологические изменения, вызываемые засухой, загрязнителями или инвазивными видами¹⁷. Поэтому потребуются разработать различные критерии защиты для различных целей управления и социально-экологических условий. В данные формулы следует заложить взаимосвязи между охраной окружающей среды и здоровьем человека, осуществляемые посредством регулирования прямого и косвенного влияния экологической деградации на состояние здоровья, отобрав, в частности, безопасность пищевых продуктов в качестве одного из прямых индикаторов.

2. Новые технологии, появляющиеся в сфере производства продуктов питания

Вслед за внедрением технологий выведения новых гибридных форм были определены дальнейшие цели в этой области, включая разработку методов повышения генетической изменчивости путем использования нескольких методов **мутагенеза**, например, химического мутагенеза или облучения, а также различных способов искусственного выращивания живых тканей. Дальнейшие разработки привели к появлению самых передовых на сегодняшний день методов современной биотехнологии - созданию организма путем **генетической модификации**, заключающейся в интродукции определенного нового или рекомбинантного генетического материала при помощи вектора и методов трансформации. Полученные организмы стали, как правило, называть генетически модифицированными организмами, или ГМ-организмами. Усовершенствованная методология создания ГМ-организмов путем гомологической рекомбинации может в конечном счете сократить возможности возникновения непредвиденных последствий (в том числе последствий для здоровья) в связи со случайным включением нового генетического материала в геном в результате использования существующих сегодня технологий. Таким же образом усовершенствованные методы молекулярной защиты рекомбинантных генов могут сократить проблемы, вызываемые непреднамеренной генетической дисперсией.

Противоречивость оценок и недостаточность обоснования различными научными, коммерческими, потребительскими и общественными организациями выгод, рисков и ограничений ГМ-пищи вызвали полемику на национальном и международном уровнях о безопасности использования генетически модифицированных организмов в качестве пищевых продуктов и безопасности их высвобождения в окружающую среду. В качестве одного из примеров можно привести возникшую недавно полемику по поводу наличия ГМ-материалов в продовольственной помощи, предоставленной странам Южной Африки в 2002 году. Очень часто предметом такой международной полемики становятся вопросы здоровья людей и экологической безопасности этих новых продуктов.

В настоящее время лишь нескольких продовольственных культур разрешено потреблять в пищу и сбывать на международных рынках продуктов питания и кормов. В их число входят устойчивая к гербицидам и вредителям кукуруза (Bt кукуруза), устойчивые к гербицидам соя, масличный рапс и устойчивый к гербицидам и вредителям хлопчатник (являющийся в основном волокнистой прядильной культурой, но рафинированное хлопковое масло используется в пищу). Кроме того, правительственные органы некоторых стран утвердили для потребления в пищу и высвобождения в окружающую среду определенные сорта папайи, картофеля, риса, тыквы, сахарной свеклы и помидоров. В результате дальнейших разработок очевидно появится ряд ГМ-культур, обладающих повышенными питательными свойствами¹⁸. В настоящее время во многих странах проводится лабораторное и полевое тестирование различных новых признаков, но

¹⁷ Olden, J.D. and al., 2004. Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization. Trends in Ecology and Evolution (Экологические и эволюционные последствия гомогенизации биоты. Тенденции экологии и эволюции) 19:18-24.

¹⁸ Доклад Инициативы Пью за пищевые продукты и биотехнологию «Урожай на горизонте: перспективные виды использования биотехнологии в сельском хозяйстве», сентябрь 2001 г.: <http://pewagbiotech.org/research/harvest/harvest.pdf>

пройдет еще несколько лет, прежде чем данные продукты появятся на рынках. Значительная часть этих признаков непосредственно связана с вопросом здоровья людей, и в качестве наиболее известного примера можно привести создание «золотого риса», богатого бета-каротином (предшественник витамина А). Другие примеры признаков, связанных с вопросами здоровья, включают устранение аллергенов и анти-нутриентов, изменение состава жирных кислот и повышение содержания антиоксидантов. Необходимо будет, естественно, провести оценку экологического риска и рисков, связанных с продовольственной безопасностью, всех этих новых продуктов, способных приносить потенциальную пользу здоровью.

При анализе риска и последствий применения технологии производства пищевых продуктов с использованием современных методов биотехнологии необходимо учитывать все разработки в данной области, основывая анализ на знаниях современной биологии и имея в виду отсутствие во многих случаях четко унифицированного определения современной биотехнологии.

Комплексную борьбу с сельскохозяйственными вредителями (КБСВ) следует рассматривать в свете современной биотехнологии, так как она предусматривает применением передовых биотехнологических методов. Определение КБСВ включает широкий диапазон подходов - от безопасного использования пестицидов до практически полного отказа от их применения. Приемлемые методы борьбы с сельскохозяйственными вредителями следует применять комплексно и использовать пестициды только по мере необходимости в качестве последнего средства в рамках стратегии КБСВ. При разработке таких стратегий следует внимательно изучить вопросы воздействия пестицидов на здоровье людей, окружающую среду, устойчивость системы сельскохозяйственного производства и экономику. По мнению ФАО, программы КБСВ обеспечивают независимость и повышение доходов фермеров и сокращение расходов правительств на импорт. Ведение КБСВ позволяет фермерам принимать обоснованные решения относительно регулирования своих урожаев¹⁹.

Иногда **органическое земледелие** также рассматривается в качестве одной из современных технологий производства пищевых продуктов, в рамках которой фермеры, приверженные этой идее, стремятся достигать тех же целей, которые преследуются в рамках КБСВ, но они более четко оформляют идеи целостности, самоопределения и коэволюции²⁰. Кроме того, что органическое земледелие уже по своему существу окажет воздействие на использование агрохимикатов, соображения безопасности пищевых продуктов, полученных в результате применения данных методов, не вызывают особой озабоченности в более общем плане здравоохранения.

2.1 Экологические риски производства пищевых продуктов с применением ГМ-технологий

Принципы оценки экологического риска (ОЭР). В элементы национальных законодательств многих стран, касающиеся ОЭР ГМ-пищевых организмов, включены вопросы, касающиеся биологических и молекулярных характеристик генетической вставки, характера и экологических условий обитания организма-реципиента, значения новых признаков ГМО для окружающей среды и информации о географических и экологических характеристиках среды, в которую будет происходить интродукция. Оценка риска нацелена главным образом на выявление потенциального воздействия интродукции на стабильность и разнообразие экосистем, с учетом предполагаемой инвазивности, вертикальный или горизонтальный поток генов, а также

¹⁹ ФАО, комплексная борьба с сельскохозяйственными вредителями:
<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/IPM/gipmf/index.htm>

²⁰ Organic: is it the future of farming (Органика: станет ли она будущим земледелия)? Издательская группа Nature, 2004 г.: 428;
http://www.nature.com/cgi-taf/DynaPage.taf?file=/nature/journal/v428/n6985/full/428792a_fs.html

на выявление других экологических последствий, воздействия интродукции на биоразнообразие и последствий присутствия ГМ-материала в других продуктах²¹.

В международном масштабе концепция осведомленности была разработана также в рамках концепции экологической безопасности трансгенных растений. Эта концепция облегчает проведение оценок риска/безопасности, поскольку состояние осведомленности означает обладание достаточной информацией для принятия решений о безопасности или риске (Национальная академия наук США, 1989 г.). Осведомленность может также содействовать определению надлежащих методов управления, в том числе определению адекватности стандартных методов ведения сельского хозяйства или необходимости других методов управления для регулирования риска (ОЭСР, 1993 год). Краткое хронологическое описание деятельности международных организаций в области обеспечения биобезопасности приводится Международным центром геной инженерии и биотехнологии²².

На сегодняшний день Картахенский протокол по биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии является единственным международным регулятивным документом, конкретно регулирующим потенциальное неблагоприятное воздействие генетически измененных организмов (называемых в Протоколе живыми измененными организмами, или ЖИО) на окружающую среду. Действие Протокола по биобезопасности распространяется на трансграничное перемещение любых генетически измененных пищевых продуктов, подпадающих под определение ЖИО. В приложении III к Протоколу конкретно перечислены основные принципы и методика оценки риска, представляемого ЖИО. Протоколом устанавливается свод согласованных международных правил и процедур, предназначенных для обеспечения того, чтобы страны получали соответствующую информацию через посредство системы обмена информацией, называемой Механизмом посредничества по биобезопасности. Эта информационная система на основе Интернета позволяет странам принимать обоснованные решения перед тем, как давать согласие на импорт ЖИО. Она также обеспечивает сопровождение поставок ЖИО надлежащей идентификационной документацией. Хотя Протокол и является главной основой международного регулирования ЖИО, в нем тем не менее не рассматриваются конкретно ГМ-пищевые продукты, и сфера его действия не распространяется на ГМ-пищевые продукты, которые не подпадают под определение ЖИО. Более того, масштаб рассмотрения вопросов здоровья человека в Протоколе ограничен, учитывая, что основное внимание в нем уделяется биоразнообразию в соответствии со сферой применения самой Конвенции.

Потенциальное непредвиденное воздействие ГМО на нецелевые организмы, экосистемы и биоразнообразие. К числу потенциальных рисков для окружающей среды относится непредвиденное воздействие не целевые организмы, экосистемы и биоразнообразие. Устойчивые к вредителям ГМ-культуры были получены в результате экспрессии различных инсектицидных токсинов почвенной бактерии *Bacillus thuringiensis* (Bt). В ходе проведения оценки экологического риска (ОЭР) целого ряда ГМ-культур, устойчивых к насекомым-вредителям, определялось пагубное воздействие этих культур на полезных насекомых или на более быструю интродукцию резистентных насекомых (в зависимости от конкретных характеристик белков Bt, экспрессии в пыльце и районах культивации). Данные вопросы рассматриваются на предмет включения в стратегию мониторинга и учета в усовершенствованном управлении резистентностью насекомых-вредителей, поскольку в долгосрочной перспективе они могут по своей природе оказывать воздействие на безопасность

²¹ Anthony J. Conner, Travis R. Glare, Jan-Peter Nap. The release of genetically modified crops into the environment. Part II. Overview of ecological risk assessment. (Высвобождение генетически измененных культур в окружающую среду. Часть II. Обзор оценки экологического риска). Журнал *The Plant Journal* (2003) 33, стр. 19–46.

²² <http://www.icgeb.org/~bsafesrv/bsflib.htm>

пищевых продуктов. В 2000 году²³ ВОЗ / Национальное агентство по охране окружающей природной среды Италии повысили дозы гербицидов для послевсходовой обработки устойчивых к гербицидам культур, устраняя таким образом необходимость систематической предвсходовой обработки и сократив число необходимых применений гербицида. В определенных агроэкологических ситуациях, например, при очень высокой засоренности, использование устойчивых к гербицидам культур позволило сократить объемы применяемых гербицидов, тогда как в иных случаях сообщалось о том, что не только не приходилось сокращать объемов используемых гербицидов, но даже возникала необходимость увеличивать число их применений²⁴.

Ауткроссинг. Ауткроссинг трансгенов, как сообщается, происходит на полях, где осуществляется коммерческое возделывание ГМ-растений, включая масличный рапс и сахарную свеклу, и был продемонстрирован в ходе экспериментальных высвобождений ряда культур, включая рис и кукурузу. Ауткроссинг может приводить к передаче нежелательных генов, таких как гены резистентности к гербицидам, нецелевым культурам или сорнякам, создавая новые проблемы в борьбе с сорняками. Проявление последствий ауткроссинга можно ожидать в периоды синхронного цветения в районах симпатрического распространения ГМ-культуры, чрезвычайно совместимой с сорными видами или видами диких родственников, как было продемонстрировано на примере риса²⁵. Ввиду возможных последствий потока генов от ГМО был изучен вопрос об использовании молекулярных методов сдерживания потока, и в настоящее время ведется разработка таких методов.

ГМ-животные. В докладе Национальной академии наук Соединенных Штатов Америки о недавно проведенном исследовании выражается озабоченность в связи с возможностью ускользания определенных генетически модифицированных рыб и других животных, их размножения в естественных условиях и доставки рекомбинантных генов в дикие популяции²⁶. Беспокойство вызывают генетически модифицированные насекомые, моллюски, рыбы и другие животные, которые могут без труда ускользать, очень подвижны и с легкостью образуют одичавшие популяции, особенно если они размножаются успешней, чем их природные сородичи. Например, трансгенный лосось, гены которого подверглись манипуляции для ускорения роста, попадая в естественные условия, может конкурировать за пищу и самок успешней, чем дикий лосось, ставя таким образом под угрозу дикие популяции. Использование только стерильных генетически модифицированных самок может снизить успех скрещивания между природными и культивируемыми популяциями, что вызывает в настоящее время проблему с использованием рыбы, не подвергшейся генетическим модификациям, для выращивания рыб в сетевых запрудах в океане. Стерильность устраняет возможности распространения трансгенов в окружающей среде, но не исключает полностью потенциала причинения экологического вреда. Использование однополых триплоидов является на сегодняшний день одним из лучших существующих методов стерилизации рыб и моллюсков, при этом, однако, очень важное значение имеет разработка надежных процедур проверки триплоидии²⁷.

ГМ-микроорганизмы. Передача генов между бактериями, принадлежащими к разным видам, родам и даже семействам, происходит в почве и в других системах. Такая передача генов случается между обычными микроорганизмами во всех экосистемах, и были зарегистрированы

²³ ВТО, Национальное агентство по охране окружающей природной среды Италии 2000 г.
http://www.euro.who.int/foodsafety/Otherissues/20020402_5

²⁴ 9 Duke SO. Weed Management: Implications of Herbicide Resistant Crops . 2001.

²⁵ LI JUAN CHEN and BAO-RONG LU*, 3 Gene Flow from Cultivated Rice (*Oryza sativa*) to its Weedy and Wild Relatives (Поток генов от культивируемого риса (*Oryza sativa*) к его сорным и диким родственникам). Журнал *Annals of Botany* 93: 67-73, 2004 г.

²⁶ National Academy, Animal Biotechnology: Science based concerns (Национальная академия, Биотехнология животных: научная основа беспокойства) 2002; The Royal Society, 2000:
http://www.nap.edu/catalog/10418.html?onpi_topnews082002

²⁷ Экспертная консультация, проведенная ВОЗ/ФАО, ГМ-животные, 2003 г.

случаи передачи генов от ГМ-микроорганизмов другим микроорганизмам, например, генов резистентности к антибиотикам. Передача генов антибиотической устойчивости микроорганизмам, присутствующим в пищевых продуктах или имеющих клиническое значение, представляет собой нежелательное явление, угрожающее безопасности пищевых продуктов, но поскольку такая передача генов происходит нечасто, то особой озабоченности она не вызывает. Только ограниченное число высвобождений ГМ-микроорганизмов (например, *Pseudomonas* и *Rhizobia*) было допущено главным образом для изучения распространения и преобразования микроорганизмов в природе. В некоторых случаях было обнаружено, что высвобожденные ГМ-бактерии сохранялись в почве в течение многих лет. В настоящее время изучается возможное воздействие таких бактерий на природные сообщества почвенных микроорганизмов. Проведению оценки риска в данных областях препятствует множество факторов, таких как ограниченность знаний об аборигенных микроорганизмах в окружающей среде (в настоящее время осуществлено таксономическое описание только примерно 1% почвенных бактерий), существование естественных механизмов передачи генов между микроорганизмами и сложность контроля за распространением микроорганизмов. (Консультация экспертов, проведенная ФАО/ВОЗ, ГМ-микроорганизмы, 2001 г.)²⁸.

Региональная специфика проведения оценок безопасности. Противоречивость результатов оценок, касающихся выгод или недостатков одной и той же ГМ-культуры, может свидетельствовать о наличии различных агроэкологических условий в разных регионах. Например, использование устойчивых к гербицидам сортов сельскохозяйственных культур и последующее применение гербицидов может в перспективе оказаться пагубным на небольших сельскохозяйственных угодьях, где широко используется практика чередования культур и относительно невелико воздействие сельскохозяйственных вредителей. Но умеренная обработка гербицидом данных ГМ-растений может быть полезной в других сельскохозяйственных условиях, где она, возможно, будет содействовать уменьшению объемов используемых гербицидов. В настоящее время невозможно сделать каких-либо обобщающих заключений на основе использования ГМ-культур относительно экологических выгод или издержек. Последствия могут в значительной мере зависеть от ГМ-признаков, типов культур и различных местных условий, включая экологические и агроэкологические особенности.

В 1999 году правительство Соединенного Королевства поручило независимой ассоциации исследователей изучить возможное воздействие выращивания генетически модифицированных культур (ГМ) на изобилие и разнообразие диких видов фауны и флоры сельскохозяйственных угодий в сравнении с выращиванием обычных сортов тех же культур²⁹. Группа исследователей обнаружила, что различия в изобилии диких видов фауны и флоры *действительно существовали* между полями, где выращивали ГМ-культуры, и полями, засеянными обычными культурами, и зависели от особенностей ГМ-культуры и участка анализа, но общей тенденции за или против в отношении ГМ-культур выявлено не было. Исследователи подчеркнули, что обнаруженные различия не были вызваны тем, что культура является генетически модифицированной. Они были обусловлены тем, что выращивание данных ГМ-культур открывает перед фермерами новые варианты борьбы с сорняками, когда можно использовать другие гербициды и применять их другими способами.

Мониторинг здоровья человека и безопасности окружающей среды. В будущем конкретные ГМ-организмы могут быть утверждены для широкомасштабного производства, тогда как при этом не всегда, очевидно, будет учитываться возможность их попадания в продукты, предназначенные для людей. В качестве примеров можно привести растения или животных, которые используются для изготовления лекарств. В таких случаях важно будет изучить вопрос о том, следует ли применять послепродажный мониторинг для выявления неожиданного

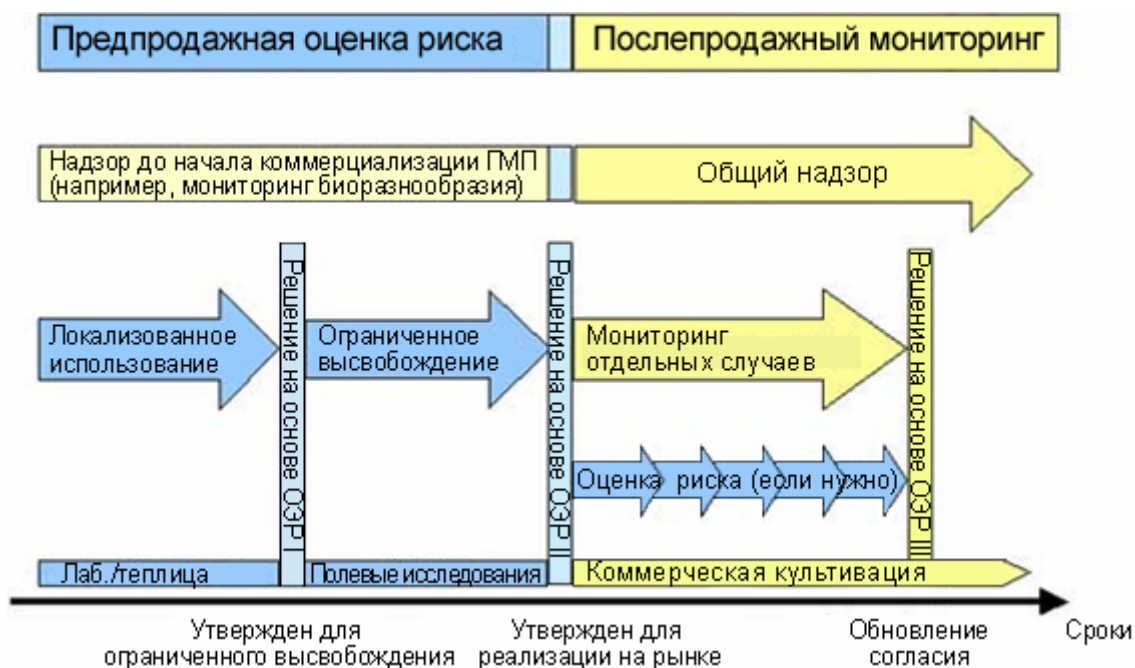
²⁸ http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/ec_sept2001/en/

²⁹ Соединенное Королевство, организация Акре; www.defra.gov.uk/environment/gm/fse/results/fse-summary.pdf

распространения в окружающей среде ГМ-животных или животных и их трансгенов, если они будут представлять угрозу безопасности пищевых продуктов.

Одним из неперенных условий для проведения любого мониторинга является наличие средств для выявления или отслеживания ГМО или продуктов, полученных на основе ГМО, в окружающей среде или в пищевой цепи. Методы отслеживания (такие как цепная реакция полимеризации) внедрены во многих странах для мониторинга присутствия ГМО в продовольственных продуктах, обеспечения выполнения требований о ГМ-маркировке и мониторинга воздействий на окружающую среду. Предпринимаются попытки стандартизировать аналитические методы отслеживания ГМО, например, для использования в нормах ИСО.

В ходе консультации экспертов по теме ГМ-животных, проведенной ВОЗ/ФАО в 2003 году, была выявлена необходимость в организации послепродажного надзора и, следовательно, систем отслеживания продуктов в конкретных случаях.



2.3 Потенциальное влияние ГМО на здоровье человека через посредство воздействия на окружающую среду

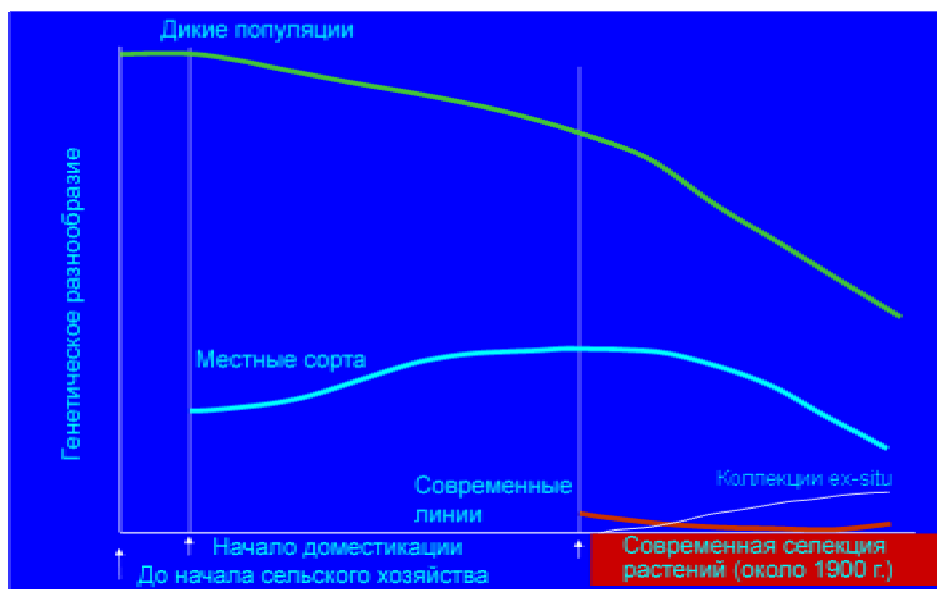
Многие страны подчеркивают необходимость проведения оценок опосредованного воздействия использования ГМО в производстве пищевых продуктов. Вопрос потенциальных угроз здоровью окружающей среды вследствие высвобождения в нее ГМО обсуждался в докладе ВОЗ / Национального агентства по охране окружающей природной среды Италии (НАООПСИ), в котором воздействие на здоровье предлагается рассматривать как «интегрированный индекс экологической и социальной устойчивости»³⁰. Например, производство химических веществ или ферментов с использованием ГМ-микробов в замкнутых системах (например, химикатов, лекарств или пищевых добавок) в значительной степени помогло снижению количества потребляемой энергии и объемов выброса токсичных и твердых отходов в окружающую среду, существенно содействуя тем самым улучшению здоровья и развития человека. В качестве еще одного примера благоприятных последствий использования ГМ-культур для человека в экологическом плане является отмеченное в определенных районах сокращение применения

³⁰ Всемирная организация здравоохранения / НАООПСИ. Высвобождение генетически модифицированных организмов в окружающую среду: представляет ли оно угрозу для здоровья? Доклад о работе объединенного семинара ВОЗ/ЕВРО- НАООПСИ (ВОЗ, Рим, Италия) http://www.euro.who.int/document/fos/Fin_rep.pdf (7-9 сентября 2000 г.).

пестицидов, загрязнения ими окружающей среды и их воздействия на человека. Это особо проявилось при использовании устойчивого к пестицидам Bt хлопка, благодаря которому сократилось число случаев отравления пестицидами среди сельскохозяйственных рабочих³¹. Ауткроссинг ГМ-растений с обычными культурами или дикими родственниками и загрязнение обычных культур ГМ-материалом могут посредством загрязнения генетических ресурсов оказывать косвенное воздействие на безопасность пищевых продуктов и на создание продовольственной обеспеченности³². В Руководящих принципах Кодекса по проведению оценки безопасности пищевых продуктов предусматривается проведение анализа потенциальных непредвиденных последствий, влияние которых на окружающую среду может привести к непредвиденному косвенному воздействию на здоровье человека³³.

2.4 Современные методы селекции растений и воздействие на разнообразие

Стратегии селекции растений в высшей степени зависят от сохранения разнообразия сельскохозяйственных культур и диких родственников. Применение многих традиционных и современных методов биотехнологии может отрицательно сказываться на разнообразии организмов, что, в свою очередь, будет отражаться на дальнейшем прогрессе селекции. Применение данных методов в сфере сельскохозяйственных культур может быть нацелено на дальнейшее усовершенствование только нескольких элитных линий. И тогда, например, приостанавливается работа по дальнейшему разведению большинства местных культур, адаптированных к локальным условиям. Расширению разнообразия культур препятствует также система защиты прав интеллектуальной собственности. В научных кругах и среди общественности возрастает озабоченность в связи со стремительным сокращением разнообразия, например, местных сортов. С другой стороны, методы современной биотехнологии могут положительным образом содействовать расширению разнообразия в условиях, когда возможности традиционной селекции ограничены из-за стерильности и вредителей, как наглядно показано на примере селекции бананов³⁴.



³¹ Prey CE, Huang J, Hu R, and Rozelle S. 2002. Five years of Bt cotton in China—the benefits continue (Пять лет возделывания Bt хлопка в Китае – выгоды не иссякают). Издание *Plant J.* 31:423-430.

³² Alvarez-Morales, A. Transgenes in maize landraces in Oaxaca: official report on the extent and implications (Трансгены в местных сортах кукурузы в штате Оаксака: официальный доклад о масштабах и последствиях). Доклад, представленный на 7-ом Международном симпозиуме по вопросам биобезопасности генетически модифицированных организмов: <http://www.worldbiosafety.net/paper>

³³ Haslberger A., 2003 *Nature Biotechnology*, 21:739, <http://www.alexander-haslberger.at/pdf/CODEX,%20NB.pdf>

³⁴ <http://cooltech.iafrica.com/technews/201934.htm>

На протяжении истории развивающиеся страны бесплатно предоставляли генетические ресурсы для банков генов повсюду в мире. Сегодня в международной политике важное значение придается вопросу национальной принадлежности таких ресурсов. Одним из важных аспектов возможностей проведения сельскохозяйственных исследований в будущем является обеспечение для исследователей доступа к генетическим ресурсам на условиях, в которых признается вклад фермеров в сохранение и устойчивое использование таких ресурсов.

Международный договор о генетических ресурсах растений, принятый на конференции Продовольственной и сельскохозяйственной организации в ноябре 2001 года, предусматривает создание правовой основы для регулирования ресурсов, от которых зависит безопасность пищевых продуктов и устойчивость сельского хозяйства. В Договоре даются указания относительно сохранения и устойчивого использования генетических ресурсов растений для производства продуктов питания и ведения сельского хозяйства и предусматривается совместное использование выгод от их применения на справедливой и равной основе в соответствии с положениями Конвенции Организации Объединенных Наций о биологическом разнообразии. В Договоре рассматривается также вопрос прав фермеров.

Договором учреждается Многосторонняя система обеспечения доступа к генетическим ресурсам и совместного использования выгод (МСС) в отношении ключевых сельскохозяйственных культур и при этом подчеркивается взаимозависимость стран в плане обеспечения генетических ресурсов для производства продуктов питания и ведения сельского хозяйства. Развивающимся странам, располагающим богатыми генетическими ресурсами, предлагается передавать зародышевую плазму в МСС. Пользователи материала подписывают Соглашение о передаче материала, включающее условия доступа к генетическим ресурсам и совместного использования выгод через посредство фонда, учрежденного в рамках Договора. Взамен владельцы генетических ресурсов получают часть выгод, вытекающих из использования и разработки ресурсов, в виде информации, передачи технологии и создания потенциала.

3. Взаимосвязь между экологическими рисками, рисками, угрожающими пищевым продуктам, и социально-экономическими аспектами

Агентство международного развития Соединенных Штатов Америки сообщило, что в период между 1975 и 2000 годами было утрачено 22 % от общей площади наиболее плодородных сельскохозяйственных угодий мира. Утраченные земли составили 600 000 квадратных миль, что равняется территории Аляски. Данный факт вызывает беспокойство, поскольку с ростом демографического давления сельское хозяйство должно будет осваивать земли со средним или низким потенциалом, а они не только менее продуктивные, но и более хрупкие и больше подвержены деградации. Деградация земель происходит главным образом вследствие обезлесения, сельскохозяйственной деятельности и переэксплуатации. К биофизическим проявлениям деградации относится эрозия почв и утрата водоудерживающей способности. Но еще более важными и сложными являются социальные и экономические аспекты. Фактически, кое-кто рассматривает деградацию земель скорее как социально-экономическую, а не биофизическую проблему. Например, в связи с ростом населения возрастает спрос на землю для выращивания сельскохозяйственных культур, что нередко ведет к вырубке леса, сокращению периодов парования и возделыванию монокультур. Часто проблемы усугубляются из-за близорукой экономической политики, поощряющей фермеров расчищать новые земли для посева вместо того, чтобы защищать культивируемые угодья. Ненадежные договоры о землевладении отбивают у фермеров желание делать долгосрочные инвестиции, необходимые для сохранения ресурсов³⁵.

³⁵

Программа и функционирование Американского агентства международного развития, Доклад об оценке № 18.

Последствия либерализации торговли. Внедрение или реформа сельскохозяйственной и торговой политики создают сложный набор экологических последствий, как положительных, так и отрицательных, а в некоторых случаях связанных с вопросами безопасности пищевых продуктов. Воздействие более свободной сельскохозяйственной торговли на качество окружающей среды зависит от ряда факторов, таких как набор послереформенных товаров, уровень производительности, изменения в производственных затратах и возможности базы природных ресурсов приспособиться к воздействию производства. Дополнительные последствия таких изменений, связанные с безопасностью пищевых продуктов, будут во многих случаях зависеть от существования систем обеспечения продовольственной безопасности и от опыта производства новых или возросшего объема существующих пищевых товаров.

Благодаря более свободной торговле улучшается доступ к рынкам товаров, ранее регулируемых количественными ограничениями (такими как квоты и другие нетарифные барьеры), и цены внутреннего рынка приводятся в большее соответствие с мировыми. Перераспределение ресурсов происходит по мере того, как цены приводятся в соответствие с условиями рынка и отражают наличие таких ресурсов, как пахотные земли, рабочая сила и другие факторы сельскохозяйственного производства. Когда цены изменяются, фермеры действуют соответствующим образом, изменяя сочетание посевных культур и использование факторов производства, покупая или продавая земли и инвестируя средства в новую технику. В странах, где реформа приводит к росту цен производителей, фермеры будут соответственно повышать объемы выпускаемой продукции, увеличивая нагрузку на земли и/или повышая объемы применения химических препаратов³⁶.

Кроме того, соображения торговли и здоровья тесно взаимосвязаны между собой. Применение международных стандартов к реализуемым пищевым продуктам с уделением особого внимания их безопасности, а в будущем, скорее всего, принимая также во внимание экологические аспекты, будет содействовать в потенциале улучшению качества не только пищевых продуктов, поступающих в международную торговлю, но также и местных продуктов, что благотворно скажется на здоровье местных потребителей. Это, в свою очередь, благоприятно отразится как на здоровье, так и на социально-экономическом развитии, создавая практически беспроигрышную ситуацию. Примером сотрудничества международных учреждений с целью придания целенаправленности развитию в данных областях служит Орган по стандартам торговли и развития, созданный совместными усилиями ВОЗ, ФАО, Всемирной торговой организации, Международной организации по охране здоровья животных и Всемирного банка. Данный Орган, как следует надеяться, обеспечит развивающимся странам средства для укрепления их систем, чтобы они отвечали международным стандартам в целях улучшения качества как экспортных, так и местных пищевых продуктов.

4. Этические аспекты оценки экологических рисков

Международные соглашения, связанные с природой и производством пищевых продуктов, кратко представлены в докладе ФАО, посвященном вопросам этики в области производства пищевых продуктов и сельского хозяйства. Данные вопросы затрагивают значение пищевых продуктов, значение улучшенного благосостояния, значение здоровья человека, значение природных ресурсов и значение природы, тогда как Конвенция о биологическом разнообразии признает, что природу необходимо ценить саму по себе как таковую. Резюме данных целей свидетельствует о том, что все основные аргументы, обычно рассматриваемые в ходе оценки риска/выгод биотехнологии продовольственных продуктов, особенно вопросов повышения производительности для выпуска больших объемов пищевых продуктов, справедливости, охраны здоровья и природы, препятствуют друг другу и что таким образом для их рассмотрения необходимы более высокие этические соображения^{37,38}.

³⁶

Американское агентство международного развития, Перспективы сельского хозяйства, декабрь 1996 г.

³⁷

ФАО, <http://www.fao.org/DOCREP/003/X9601E/X9601E00.htm>

Существует международная договоренность о том, что оценка риска, управление рисками и осведомление о рисках являются центральными элементами управления возможными возникающими рисками, связанными с новыми технологиями производства пищевых продуктов, в отношении которых оценку рисков следует проводить на основе «прочных научных знаний». Но обсуждение вопроса о применении предосторожности (называемой некоторыми странами принципом предосторожности) и необходимости признавать законные факторы, кроме научной оценки риска, вызвало полемику³⁹.

Научный прогресс в урегулировании данных вопросов был достигнут в ходе консультации экспертов по теме Продовольственная безопасность: наука и этика, организованной ФАО в Риме в 2002 году. Эксперты постановили, что оценка риска проводится на научной основе, но что научные данные и анализ не могут давать безотлагательных ответов на поставленные вопросы. Многие научные данные носят ориентировочный характер, поскольку в рамках существующих научных процессов предусматривается проверка и перепроверка результатов, чтобы добиваться требуемого уровня достоверности. Решения обычно определяются, как принятые на научной основе, а иногда также с учетом экономических издержек и выгод, что служит, по-видимому, объективным, поддающимся проверке доказательством «правильности» выбранной политики. Решения, в явной форме основанные на этических принципах и ценностных предпочтениях, могут быть столь же оправданными, если общество примет в общем смысле этические допущения, применявшиеся для разработки политики. Придание особого значения науке и исключение этических аргументов в качестве основы для принятия решений может поляризовать научные дебаты.

Межсекторальная группа ученых, НПО и отрасли сформулировала подход на основе принципа «безопасность прежде всего», предусматривающий проведение интерактивных переговоров между исследователями, отраслью, правительством и потребителями для выработки стандартов безопасности. Данные стандарты превратят аспект безопасности в один из критериев при обсуждении разработок, который будет учитываться с самого начала процесса, а не в конце, до уведомления о появлении продукта. В этих стандартах предусматривается проведение послепродажного мониторинга, подготовки кадров и развитие навыков рационального руководства⁴⁰.

Вопрос зависимости факторов, имеющих непосредственное значение для проведения оценки продуктов новых технологий, от социально-экономических или этических факторов, будет рассмотрен в рамках попыток проведения комплексной/глобальной оценки возможных последствий одного из текущих проектов ВОЗ⁴¹. Кроме того, в ходе консультации экспертов ФАО/ВОЗ по вопросам ГМ-животных, проводившейся в Риме в 2003 году, было выдвинуто предложение провести анализ, включающий этические критерии, с использованием этической матрицы⁴² и недавно были предложены для включения в структурно-методологическую оценку принципы благодеяния и безвредности, справедливости и беспристрастия, а также выбора и самоопределения⁴³.

³⁸ Центр сельскохозяйственной, био- и экологической этики,

<http://www.kuleuven.ac.be/cabme/index.php?LAN=E>

³⁹ http://www.consumersinternational.org/document_store/Doc604.pdf

⁴⁰ Kapuscinski AR, Goodman RM, Hann SD, Jacobs LR, Pullins EE, Johnson CS, Kinsey JD, Krall RL, La Vina AG, Mellon MG, Ruttan VW., Minnesota Nat Biotechnol. 2003 Jun;21(6):599-601.

⁴¹ ВОЗ, описание исследования ВОЗ по теме современной биотехнологии для пищевых продуктов, здоровья и развития человека: http://www.who.int/foodsafety/biotech/who_study/en/

⁴² Kaiser, M., <http://www.ccels.cardiff.ac.uk/pubs/kaiserpaper.pdf>

⁴³ Gesche A. et al., towards a global code of ethics for modern foods and agricultural biotechnology (На пути к глобальному кодексу этики современной биотехнологии для пищевых продуктов и сельского хозяйства). В работе Tavernier, J. and Aerts S., 2004. Eurosafe, 2004, Science ethics and society, p 125-128: <http://www.alexander-haslberger.at/pdf/Food%20ethics.PDF>

5. Роль международных организаций, создание потенциала и координация

Продукты, произведенные разными методами современной биотехнологии, уже выпускаются для местных и международных рынков. Сельскохозяйственные культуры, животные или микроорганизмы совершенствуются в соответствии с целями сельскохозяйственного производства, чтобы они проявляли конкретные характеристики в плане полезности или обеспечения безопасности в различных агроэкологических, социально-экономических и культурных областях. На глобализованном пищевом рынке будет, скорее всего, налажена реализация продуктов этих организмов в международном масштабе, и важное значение для предотвращения рисков приобретут меры, предусмотренные в Протоколе по биобезопасности. Но возможности Протокола ограничены трансграничным перемещением ЖИО и аспектами непосредственного воздействия на разнообразие. Кроме того, во многих развивающихся странах не легко, наверно, обеспечить создание достаточного технического потенциала для проведения последовательного анализа, и потребуется развитый научно-технический потенциал для координации обмена информацией о сложных параметрах на местном и международном уровнях. Возможности Комиссии «Кодекс Алиментариус» продолжать работу по разработке международно согласованных принципов и руководящих указаний по созданию структуры анализа рисков, угрожающих безопасности пищевых продуктов, будет залогом события действительно глобального значения в этой области интеграции различных аспектов оценки новых сельскохозяйственных технологий и гарантирования того, чтобы учет соображений охраны здоровья человека всегда оставался в центре внимания. Для этого в конечном итоге потребуется принятие мер по созданию потенциала в определенных странах, а также активное привлечение международных органов к координации деятельности по мониторингу, сбору и анализу данных. Крайне важное значение для успешного и справедливого продвижения в этом направлении будет иметь налаживание заинтересованного сотрудничества международных организаций, и особенно органов Организации Объединенных Наций.